

Potencial de produção de energia a partir da biomassa gerada em ete composta por lagoa de maturação no nordeste do Brasil**Energy production potential from biomass generated in ete composed by maturation pond in northeast Brazil**

DOI:10.34117/bjdv6n1-104

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 10/01/2020

Sílvia Mariana da Silva Barbosa

Bióloga pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre e Doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – UFPE. Coord. Técnica em Sanvare Soluções Ambientais – Petrolina PE
Rua Aurora Caçote, nº 235 – Areias, Recife - PE - CEP: 50870-495 - Brasil - Tel: (81) 99558-6769
e-mail: barbosasms@gmail.com

Marcella Vianna Cabral Paiva

Rua da Cotovia 21A Padre Cicero Petrolina PE

Larissa Ribeiro Martins

Rua Ilha Bela, 200 - Papagaio, Feira de Santana - BA, Brasil

Mário Takayuki Kato

Laboratório de Sanemaneto Ambiental, Centro de tecnologia e Geociencias. Av da Arquitetura s/n
Cidade Universitária Recife PE

Maria de Lourdes Florencio

Laboratório de Sanemaneto Ambiental, Centro de tecnologia e Geociencias. Av da Arquitetura s/n
Cidade Universitária Recife PE

RESUMO

Estações de tratamento compostas por lagoas de estabilização ou de polimento, apresentam a capacidade de geração de biomassa de microalgas a partir dos nutrientes contidos nos esgotos, bem como pela alta incidência de raios solares. Sistemas contendo lagoas de polimento, ainda são muito comuns no Nordeste do Brasil, pelo fato de tratar os esgotos com um reduzido custo associado. A lagoa de polimento da ETE Rio Formoso, Nordeste do Brasil, foi avaliada durante um período de 12 meses com o objetivo de se identificar os grupos de microalgas predominantes, bem como sua capacidade na produção de lipídeos viáveis a produção de biodiesel. Dos dados obtidos ao longo do monitoramento, observou-se que a densidade média de biomassa presente na lagoa foi de 1,1 g.L⁻¹ durante o período seco e 0,95 g.L⁻¹ no período chuvoso, perfazendo uma média de 0,033 g.g⁻¹ e 0,026 g.g⁻¹ de lipídeos totais gerados pela biomassa. Tais lipídeos foram produzidos em maioria aqueles com cadeias carbônicas entre 16 e 18 carbonos, essenciais a produção de biodiesel. Esses resultados refletem o potencial desses sistemas para a geração de energia, visto sua capacidade em produzir uma biomassa capaz de bioacumular lipídeos com potencial para a produção de biodiesel.

Palavras-chave: Lagoa de polimento, Biomassa, Lipídeos, Microalgas.

ABSTRACT

Treatment stations composed of stabilization or polishing ponds have the capacity to generate microalgae biomass from the nutrients contained in the sewage, as well as the high incidence of

sunlight. Systems containing polishing lagoons are still very common in northeastern Brazil because they treat sewage with a low associated cost. The polishing lagoon of the Rio Formoso WWTP, Northeastern Brazil, was evaluated over a 12-month period in order to identify the predominant microalgae groups, as well as their ability to produce viable lipids and biodiesel production. From the data obtained during monitoring, it was observed that the average biomass density in the lagoon was 1.1 gL⁻¹ during the dry season and 0.95 gL⁻¹ in the rainy season, making an average of 0.033 gg⁻¹. 1 and 0.026 gg⁻¹ of total lipids generated by biomass. Such lipids were produced in most those with carbon chains between 16 and 18 carbons, essential for biodiesel production. These results reflect the potential of these systems for energy generation, given their ability to produce a biomass capable of bioaccumulating lipids with potential for biodiesel production.

Keywords: Polishing Pond, Biomass, Lipids, Microalgae.

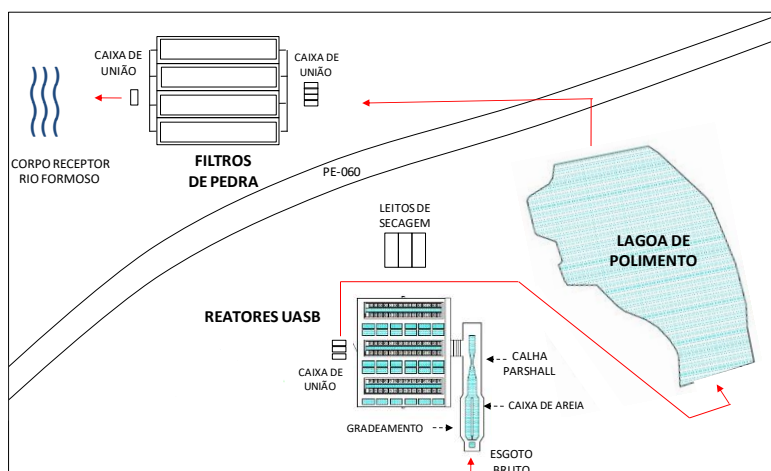
1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho, contém estudos realizados na Estação de Tratamento de Efluentes Domésticos Rio Formoso I. Rio Formoso é um município situado no litoral Sul de Pernambuco, nordeste do Brasil, estando situado a 08°39'50'' de latitude sul e 35°09'32'' de longitude oeste, distando 81 km da sua capital, Recife. Sua população é de aproximadamente 22.060 habitantes, segundo o IBGE (IBGE 2010). A região possui uma área de 227 km² e parte do território está incluída em uma Área de Proteção Ambiental, a APA Guadalupe, criada a partir do Decreto Estadual n° 19.635, de 13 de março de 1997 (PERNAMBUCO, 1997).

Parte do esgoto gerado na região, é tratado na ETE Rio Formoso I, uma das duas ETE's existentes no município, projetada para atender 15.830 habitantes. O esgoto chega à ETE Rio Formoso por meio uma de estação elevatória e passa por uma etapa de tratamento preliminar. O efluente segue para um conjunto em paralelo de três reatores do tipo UASB, onde a vazão é igualmente distribuída. Posteriormente segue por uma tubulação de 250 mm de diâmetro para uma caixa de união que recolhe o efluente do conjunto de reatores e o conduz à lagoa de polimento. Por gravidade, o efluente da lagoa segue até uma caixa de união a 600 m da lagoa, onde é distribuído a um conjunto de quatro filtros de pedra percoladores e então recolhido a uma segunda caixa de união, sendo finalmente bombeado até o corpo receptor, o Rio Formoso, distando 600 m da etapa final de tratamento.

A lagoa de polimento, objeto de estudo desse trabalho, possui as seguintes dimensões: 170m de comprimento, 90m de largura, 1.5m de profundidade, 15.300 m² de área total, volume de 28050 m³ TDH de 8.1 dias e recebe uma vazão de aproximadamente 3456 m³.d⁻¹. A Figura 1 a seguir, detalham o sistema e a lagoa de polimento, respectivamente.

Figura 1: Croqui da ETE Rio Formoso I.



Devido as dimensões e as altas cargas nutricionais recebidas, juntamente com o elevado TDH, a lagoa de polimento gera uma alta densidade de fitoplâncton, incluindo diversas espécies de microalgas e cianobactérias, com elevado potencial de estocagem lipídica intracelular. O tipo de lipídeo gerado pela biomassa, pertence à classe de triglicerídeos, essencial para a produção de biodiesel (Chisti, 2003). Além disso, outras substâncias de reserva tais como carboidratos e proteínas podem estar presentes na biomassa, podendo ser também direcionada para a produção de metano (Golueke et al., 1956) tanto da biomassa in natura, ou após a etapa de extração lipídica.

Este trabalho foi executado ao longo de 12 meses, perfazendo os períodos seco e chuvoso da região. Buscou-se explorar a ecologia e a densidade do fitoplâncton presente na lagoa, juntamente com a capacidade da biomassa em remover nutrientes do meio e estocar lipídeos de reserva viáveis à produção de biodiesel.

Dos dados obtidos ao longo do monitoramento, observou-se-se que a densidade média de biomassa presente na lagoa foi de $1,1 \text{ g.L}^{-1}$ durante o período seco e $0,95 \text{ g.L}^{-1}$ no período chuvoso, perfazendo uma média de $0,033 \text{ g.g}^{-1}$ e $0,026 \text{ g.g}^{-1}$ de lipídeos totais gerados pela biomassa.

O desenvolvimento desse trabalho, contou com o apoio da Companhia Pernambucana de Saneamento, COMPESA.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARGAS DO SISTEMA

Dados relativos à aplicação de carga na lagoa de polimento estão apresentados na Tabela 1. As cargas aplicadas apresentadas na Tabela 1 foram calculadas baseadas nos valores médios observados para esses parâmetros.

Tabela 1. Cargas aplicadas ao sistema.

Dados	Unidade	Valor
Carga orgânica	Kg DBO d ⁻¹	169,3
TAS	kg DBO ha d ⁻¹	110,7
TAV	kg DBO m ³ d ⁻¹	0,007
Carga N-NTK	Kg NTK d ⁻¹	137,9
TAS	Kg NTK d ⁻¹	90,10
TAV	Kg NTK m ³ d ⁻¹	0,006
Carga de N-amoniaco	Kg N-NH ₃ d ⁻¹	119,2
TAS	Kg N-NH ₃ ha d ⁻¹	77,9
TAV	Kg N-NH ₃ m ³ d ⁻¹	0,005

2.2 MONITORAMENTO NA LAGOA DE POLIMENTO

Com o objetivo de abranger todo o ciclo climático anual da região em estudo, o monitoramento do sistema teve duração de 12 meses sendo de setembro de 2011 a setembro de 2012, (totalizando 372 dias de monitoramento, com periodicidade quinzenal) sendo possível caracterizar as estações predominantes na região (chuvosa e de estiagem). Os horários das coletas foram por volta de 12 h, período em que uma intensa radiação solar era emitida sobre o espelho d'água da lagoa e a biomassa encontrava-se em intensa atividade metabólica. Nesse horário, as vazões de esgotos também são tipicamente maiores nas estações de tratamento de esgotos (PROSAB 2005). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental, pertencente ao Departamento de Engenharia Civil da UFPE.

2.3 AMOSTRAGEM, IDENTIFICAÇÃO, DENSIDADE DO FITOPLÂNCTON E DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS

Foram demarcados com estacas de madeira 03 pontos no interior da lagoa, para coleta de amostras da superfície e fundo da coluna d'água. As nomenclaturas dadas a cada um dos pontos de amostragem foram: P1: Afluente da lagoa de polimento (saída dos reatores UASB); E1: estação 1 de coleta na lagoa polimento; E2: estação 2 de coleta na lagoa polimento; E3: estação 3 de coleta na lagoa polimento; P3: Efluente da lagoa de polimento (entrada dos filtros de pedra percoladores).

As coletas no interior da lagoa foram realizadas com auxílio de um barco a remo de fibra de vidro. As amostras na superfície foram coletadas em recipientes plásticos e as do fundo com auxílio de uma garrafa coletora do tipo van Dorn. As amostras para análises físico-química (N e P) foram

imediatamente condicionadas em gelo. As amostras para análise de lipídeos foram mantidas a temperatura ambiente, enquanto que as amostras para análise do fitoplâncton foram fixadas em lugol acético.

Para a análise qualitativa do fitoplâncton foi utilizado microscópio óptico comum (Nikon Eclipse modelo E-200), lâmina 26 mm x 76 mm x 1 mm e lamínula de vidro comum em aumentos de 40X e 100X. Para a análise quantitativa, utilizou-se um microscópio invertido (Feldmann Wild Leitz, modelo Invert 1500). Previamente foram realizadas diluições das amostras, adotando-se diluições 1:5. A técnica utilizada na contagem foi de Utermöhl. A densidade do fitoplâncton foi medida por meio de análise gravimétrica (peso seco). A determinação lipídica por realizada por meio da técnica Blight & Dyer (1956).

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

A Tabela 2 a seguir, apresenta resultados referentes ao monitoramento de 12 meses no sistema, incluindo a lagoa de polimento.

Os dados encontrados na Tabela 2, refere-se as médias aritméticas encontradas para os parâmetros avaliados ao longo de 12 meses de monitoramento, incluindo período seco e chuvoso.

Tabela 1. Médias aritméticas dos parâmetros analisados em cada ponto durante todo período de amostragem.

Parâmetros	Unidade	Afluente lagoa P1	lagoa			Efluente lagoa P2	Limite CONAM A ² 430
			E1	E2	E3		
N amoniacal total	mg L ⁻¹	34,5	17,6	18,8	14,3	17,6	20 ¹
NTK	mg L ⁻¹	38,9	25,9	25,3	24,0	22,9	-
N total dissolvido	mg L ⁻¹	28,6	17,6	15,6	16,1	13,4	-
N total particulado	mg L ⁻¹	9,1	7,1	6,6	8,3	9,0	-
N orgânico	mg L ⁻¹	4,4	7,5	8,7	9,7	5,2	-
Nitrito	mg L ⁻¹	0,06	0,06	0,22	0,10	0,09	-

Nitrato	mg L ⁻¹	0,02	0,0 2	0,0 1	0,0 2	0,02	-
Alcalinidade total	mg L ⁻¹	394	28 2	22 0	21 5	143	-
Sólidos susp. totais	mg L ⁻¹	79	10 7	12 1	12 0	69	-
Sólidos susp. fixos	mg L ⁻¹	23	28	27	35	15	-
Sólidos susp. voláteis	mg L ⁻¹	56	84	94	89	64	-
Fósforo total	mg L ⁻¹	3,1	-	-	-	3,0	-
DQO total	mg L ⁻¹	187	-	-	-	189	-
DQO dissolvida	mg L ⁻¹	122	-	-	-	81	-
DQO particulada	mg L ⁻¹	73	-	-	-	110	-
DBO total	mg L ⁻¹	48,6	-	-	-	54,1	120 mg/L ³
DBO dissolvida	mg L ⁻¹	41,6	-	-	-	11,1	-
DBO particulada	mg L ⁻¹	12	-	-	-	43	-
Turbidez	UN	69	93, 3	10 4	90, 3	89,1	-
Clorofila α	$\mu\text{g L}^{-1}$	-	12 1	14 3	15 8	55	-
Zona eufótica	m	-	0,6	0,6	0,5	-	-
OD	mg L ⁻¹	1,3	10, 9	16, 9	16, 6	5,0	-
Temperatura	°C	28,8	30, 4	31, 1	31, 0	29,8	40°C
pH	-	6,9	8,0	8,6	8,6	7,5	5 a 9
Fitoplâncton	cel/mL	-	-	10 ⁸	-	-	-

1 O limite para lançamento de N-amoniacal foi temporariamente suspenso pela resolução CONAMA 430/11

2 (-) parâmetros não contemplados na legislação vigente.

3 Este limite poderá ser ultrapassado, no caso de efluentes oriundos de sistemas de tratamento com eficiência mínima de 60% da DBO total ou mediante a um estudo da autodepuração do corpo receptor.

3.2 FITOPLÂNCTON E LIPÍDEOS

A Figura 1 abaixo, apresenta a média global da densidade da biomassa encontrada na lagoa ao longo dos meses de monitoramento referentes ao período seco (setembro a fevereiro) e chuvoso (março a agosto).

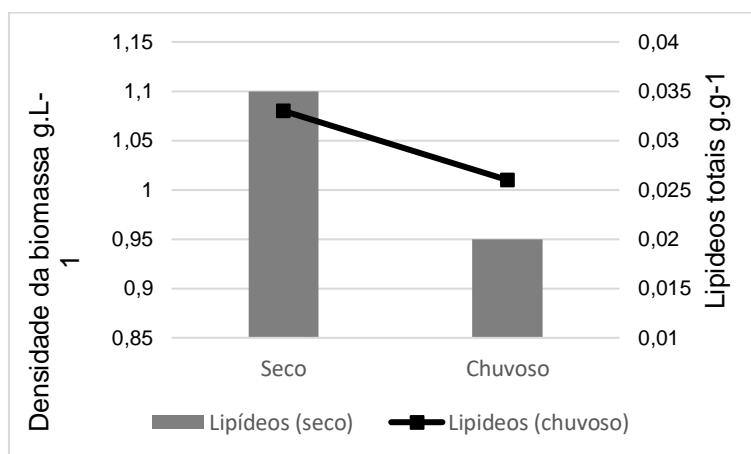


Figura 1: Densidade total de biomassa e lipídeos totais no período seco e chuvoso.

A partir dos dados obtidos, nota-se que a maior densidade de biomassa no período seco, deve-se a uma maior temperatura alcançada no sistema, o que permite uma maior atividade fotossintética dos organismos. No período chuvoso, além dos dias serem mais curtos, diminuindo a incidência de luz solar sobre o espelho d'água da lagoa, o fator diluição ocasionado pelo recebimento de águas pluviais no sistema, promove uma redução da densidade total dos organismos. A densidade do fitoplâncton esteve diretamente relacionada com a concentração de lipídeos totais extraídos da biomassa. Franco et al., (2013), explica que a assimilação de compostos de carbono pelas microalgas é essencial para o aumento da sua produtividade e acúmulo de lipídeos. Dessa forma, sugere-se esse acúmulo lipídico considerado excelente, se deu pela assimilação de aproximadamente 30% da DBO dissolvida no meio (Tabela 1). Sendo assim, esse fator reflete na produção global de lipídeos acumulados.

As Figuras 2 e 3 abaixo apresentam os grupos de fitoplâncton encontrados na lagoa de polimento e suas respectivas densidades durante o período seco e chuvoso.

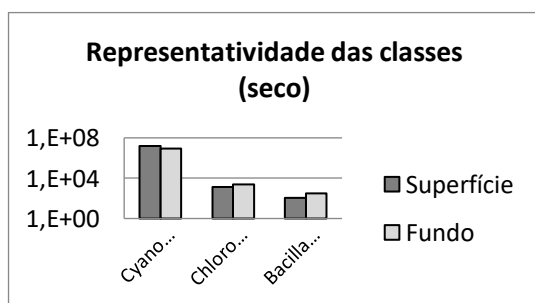


Figura 2. Médias aritméticas da densidade de fitoplâncton na lagoa

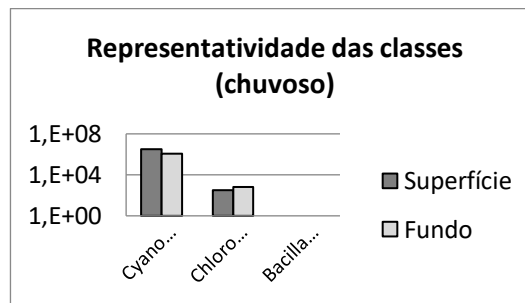


Figura 3. Médias aritméticas da densidade de fitoplâncton na lagoa durante o período

A maior representatividade na lagoa, foi dada por organismos do grupo das Cyanobacteria, representado especialmente pelo organismo *Planktothrix mugeotii*. O grupo foi abundante durante os dois períodos de amostragem. Embora não se tenha observado grande diferença na sua densidade durante os dois períodos, nota-se que o período seco teve uma maior abundancia, em relação ao chuvoso. Isso pode estar relacionado ao fator diluição ocasionado no período chuvoso, que reduziu a concentração desses organismos na coluna d'água. O grupo Bacillariophyta não apareceu durante o período seco, o que sugere uma maior sensibilidade as mudanças na estrutura climática da região.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS LIPÍDEOS

As Figuras 4 e 5 abaixo, descrevem a caracterização de lipídeos de uma amostra colhida no período seco, e uma no período chuvoso respectivamente.

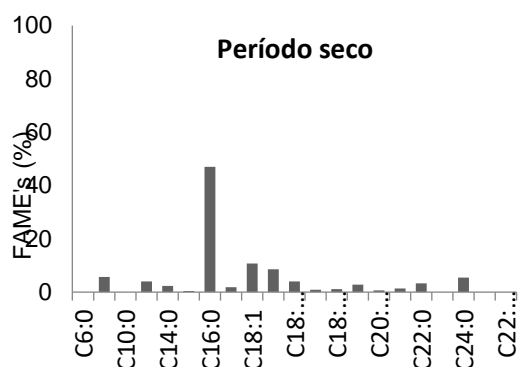


Figura 4. Caracterização de lipídeos: Amostra período seco.

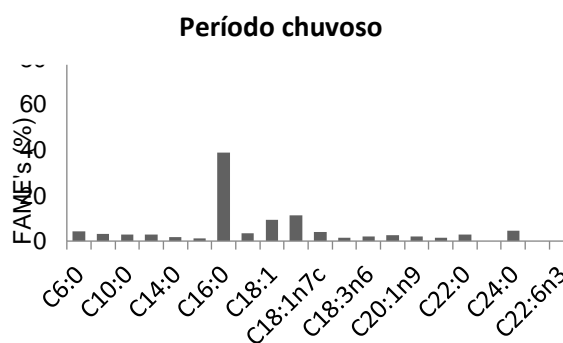


Figura 5. Caracterização de lipídeos: Amostra período chuvoso.

A partir da avaliação da distribuição dos ácidos graxos produzidos pela biomassa colhida na lagoa nos períodos seco e chuvoso, verificou-se uma maior produção dos lipídeos contendo cadeias carbônicas entre C:16 e C:18. Segundo Hu et al (2008), os ácidos graxos mais comuns produzidos por microalgas verdes, possuem de 16 a 18 átomos de carbono na cadeia da carboxila (cadeias poli insaturadas), vale ressaltar que a presença de ácidos graxos de cadeia carbônica de 18 carbonos, especialmente o FAME 18:3, nem sempre é uma opção favorável à produção de biodiesel. Deve se levar em consideração a proporção desses FAMEs no meio, para se propor a aplicabilidade do óleo na produção do biodiesel. No óleo produzido pela biomassa em estudo, não foi observado a presença do C 18:3 superiores à 11% do total de FAMEs produzidos, o que seria desfavorável devido a elevada taxa de oxidação deste FAME.

De acordo com Peer et al (2008) a produção de um biodiesel de excelência, está condicionada a presença de uma mistura dos ácidos graxos C16:1, C18:1 e C14:0, preferivelmente numa proporção de 5:4:1 ou relações próximas a esta. Tal condição, garante ao biodiesel propriedades como; baixo

potencial oxidativo e uma elevada faixa de potência do combustível (elevado número de cetano - octanagem). Dessa forma, sugere-se que, a presença de tais ácidos graxos na matéria prima submetida à produção do biodiesel, é um critério favorável no que diz respeito à qualidade do combustível.

Dessa forma, o óleo produzido pela biomassa da lagoa de polimento, podem ser indicados à produção de biodiesel com elevado teor de octanagem, principalmente pela presença de ácidos graxos contendo 16 e 18 carbonos.

4 CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Lagoas de polimento podem produzir densidades significativas de organismos potencialmente produtores de lipídeos com capacidade para produção de biodiesel, durante os dois períodos predominantes na região (seco e chuvoso).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC) In: www.apac.pe.gov.br. Acesso em 25/02/2018.
- BARBOSA, SMS (2013). Remoção de nitrogênio em lagoa de polimento. Mestrado. Recife-PE: UFPE/Departamento de Engenharia Civil.
- CHISTI, Y. (2003). Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics. *Biotechnology Advances*. 20:491–515.
- GOLUEKE, C. G.; OSWALD, W. J.; GOTAAS, H. B. (1956). Anaerobic Digestion of Algae. *Appl Microbiol*. 5 (1), 47–55.
- MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14 (1), 217–232.
- PAIVA, M.V.C. (2012) Dinâmica da comunidade fitoplantônica em um sistema de tratamento de esgotos no litoral de Pernambuco. Dissertação de mestrado. Recife-PE: UFPE/Departamento de Engenharia Civil.
- IBGE. (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico.
- PERNAMBUCO Decreto Estadual nº 19.635 de 13 de março de 1997. Cria a APA de Guadalupe. Diário Oficial do Estado. Recife 1997